Ảnh có chứa hình vuông

Mô tả được tạo tự động

­­

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC HÀ NỘI**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_֎\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Ảnh có chứa biểu tượng

Mô tả được tạo tự động

**BÁO CÁO ĐỀ TÀI SỬ LÍ ÁNH**

**NGHIÊN CỨU VÀ XÂY DỰNG ỨNG DỤNG PHÂN VÙNG ẢNH**

(DỰA TRÊN THUẬT TOÁN KMEANS)

**Thành viên : Nguyễn Đức Mạnh**

**Mục Lục**

[**LỜI NÓI ĐẦU** 1](#_Toc149945540)

[**DANH MỤC HÌNH ẢNH** 2](#_Toc149945541)

[**DANH MỤC TỪ TIẾNG ANH** 3](#_Toc149945542)

[**DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT** 3](#_Toc149945543)

[**CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI .** 4](#_Toc149945544)

[**1.1. Tổng quan trí tuệ nhân tạo .** 4](#_Toc149945545)

[**1.1.1. Khái niệm trí tuệ nhân tạo.** 4](#_Toc149945546)

[**1.1.2. Lịch sử phát triển .** 4](#_Toc149945547)

[**1.1.3. Phân loại trí tuệ nhân tạo .** 5](#_Toc149945548)

[**1.1.4. Mặt tích cực và hạn chế của trí tuệ nhân tạo .** 6](#_Toc149945549)

[**1.2. Tổng quan về phân vùng ảnh .** 7](#_Toc149945550)

[**1.3. Các công nghệ được sử dụng** . 9](#_Toc149945551)

[**1.3.1. Ngôn ngữ lập trình python .** 9](#_Toc149945552)

[**1.3.2. Những thư viện được sử dụng .** 9](#_Toc149945553)

[**1.3.3. Phần mềm Sublimetext.** 10](#_Toc149945554)

[**CHƯƠNG 2. THUẬT TOÁN K-MEANS VÀ ỨNG DỤNG TRONG PHÂN VÙNG ẢNH .** 11](#_Toc149945555)

[**2.1. Tổng quan về thuật toán.** 11](#_Toc149945556)

[**2.1.1. Thuật toán k-means .** 11](#_Toc149945557)

[**2.1.2. Ý tưởng của K-means.** 12](#_Toc149945558)

[**2.1.3. Cách vận hành .** 13](#_Toc149945559)

[**2.1.4. Các lưu ý khi áp dụng thuật toán Kmeans.** 16](#_Toc149945560)

[**2.2. Ứng dụng thuật toán Kmeans trong xử lý ảnh.** 17](#_Toc149945561)

[**2.2.1. Hệ màu RGB và Cấu trúc ảnh màu** 17](#_Toc149945562)

[**2.2.2. Ứng dụng thuật toán Kmeans .** 20](#_Toc149945563)

[**CHƯƠNG 3. SẢN PHẨM NGHIÊN CỨU.** 22](#_Toc149945564)

[**3.1. Tổng quan** 22](#_Toc149945565)

[**3.1.1. Tên sản phẩm.** 22](#_Toc149945566)

[**3.1.2. Mục tiêu chính.** 22](#_Toc149945567)

[**3.1.3. Các chức năng .** 22](#_Toc149945568)

[**3.2. Sản phẩm nghiên cứu .** 23](#_Toc149945569)

[**3.2.1. Cài đặt và sử dụng các thư viện .** 23](#_Toc149945570)

[**3.2.2. Khởi tạo thuật toán .** 24](#_Toc149945571)

[**3.2.3. Giao diện chương trình .** 25](#_Toc149945572)

[**3.2.4. Tạo giao diện** 26](#_Toc149945573)

[**3.2.5. Các bước chạy chương trình.** 28](#_Toc149945574)

[**KẾT LUẬN** 30](#_Toc149945575)

[**TÀI LIỆU THAM KHẢO.** 33](#_Toc149945576)

[**PHÂN CHIA CÔNG VIỆC** 34](#_Toc149945577)

# **LỜI NÓI ĐẦU**

AI là một ngành khoa học đang rất phát triển trên thế giới. Chúng ta không thể phủ nhận vai trò của những mô hình và thuật toán đang ngày càng quan trọng đối với con người. Nó len lỏi vào cuộc sống hàng ngày của bạn, thay đổi thói quen của bạn mà bạn có thể không nhận ra. Khi bạn lướt facebook, những tin tức mà bạn đọc được đều là kết quả đã được khuyến nghị từ thuật toán. Bạn lướt một trang web và nhận được các banner quảng cáo đúng sản phẩm mình cần. Bạn vào một bệnh viện khám bệnh, kết quả của bạn nhận được có thể một phần được đóng góp từ dự đoán của thuật toán. Điện thoại của bạn có thể phân biệt được bạn và em trai của bạn. Tất cả những điều này giúp cuộc sống của chúng ta trở nên tiện tích hơn rất nhiều.

Ngày nay AI đang thu hút được sự đầu tư mạnh mẽ từ các công ty công nghệ trên toàn cầu và thậm chí nó nằm trong chiến lược cạnh tranh giữa các quốc gia. Do nhận được sự đầu tư mạnh mẽ như vậy nên các công việc liên quan tới AI cũng được coi là mang lại một mức thu nhập cao hơn so với những ngành khác. AI đồng thời cũng thu hút được một lượng người học đông đảo không chỉ tại Việt Nam mà còn trên thế giới.

Machine learning (ML) hay máy học là một nhánh của trí tuệ nhân tạo (AI), nó là một lĩnh vực nghiên cứu cho phép máy tính có khả năng cải thiện chính bản thân chúng dựa trên dữ liệu mẫu (training data) hoặc dựa vào kinh nghiệm (những gì đã được học). Machine learning có thể tự dự đoán hoặc đưa ra quyết định mà không cần được lập trình cụ thể.

Phân vùng ảnh (Image segmentation) là một phương pháp mà trong đó, hình ảnh kỹ thuật số được chia thành nhiều nhóm con khác nhau được gọi là segments. Mục tiêu của phân vùng ảnh là làm giảm độ phức tạp của hình ảnh, giúp cho quá trình xử lý hoặc phân tích hình ảnh sau đó trở nên đơn giản hơn. Nói một cách dễ hiểu, phân vùng là dán nhãn cho từng pixel. Tất cả các yếu tố hình ảnh hoặc pixel thuộc cùng một danh mục sẽ có chung một nhãn. Ví dụ: Đối với bài toán phát hiện đối tượng, thay vì xử lý toàn bộ hình ảnh, máy có thể chỉ thực hiện trên một vùng được chọn bởi thuật toán phân vùng. Điều này sẽ ngăn máy xử lý toàn bộ hình ảnh, do đó làm giảm thời gian suy luận . Ngày nay phân vùng ảnh đã được áp dụng rất rộng rãi trong đời sống như: photoshop, nén ảnh, nén video, nhận dạng biển số xe, nhận dạng khuôn mặt, nhận dạng chữ viết, xử lý ảnh thiên văn, ảnh y tế,....

# **DANH MỤC HÌNH ẢNH**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **TÊN ẢNH** | **STT** | **TÊN ẢNH** |
| 1 | H1.1. Sơ đồ các bước thực hiện phân vùng . | 15 | H2.14.Ảnh gốc . |
| 2 | H2.1.Dữ liệu đầu vào chưa có nhãn . | 16 | H2.15.Mảng giá trị RGB của ảnh sau khi chuyển đổi. |
| 3 | H2.2.Dữ liệu đã được phân cụm có nhãn (2 cụm). | 17 | H2.16.Các cụm dữ liệu đã được phân chia (5 cụm). |
| 4 | H2.3.Khởi tạo dữ liệu và centroids . | 18 | H2.17. Ảnh gốc và ảnh sau phân vùng . |
| 5 | H2.4.Lặp lại đến khi hội tụ . | 19 | H3.1. Ảnh gốc và ảnh sau phân vùng . |
| 6 | H2.5.Công thức tính giá trị hàm mất mát . | 20 | H3.2.Thư viện sử dụng . |
| 7 | H2.6.Công thức tính điểm trung tâm . | 21 | H3.3.Import các thư viện để sử dụng . |
| 8 | H2.7.Công thức tính khoảng cách | 22 | H3.4.Khởi tạo thuật toán . |
| 9 | H2.7.Công thức tính khoảng cách | 23 | 3.5.Hàm cập nhậm số cụm . |
| 10 | H2.9.Minh họa giá trị (r,g,b) | 24 | H3.6 . Khởi tạo giao diện ban đầu . |
| 11 | H2.10.Ảnh màu . | 25 | H3.7.Cửa sổ chọn ảnh và chỉnh sửa số cụm. |
| 12 | H2.11.Cấu tạo ảnh màu. | 26 | H3.8. Mở cửa sổ chọn ảnh và đọc ảnh |
| 13 | H2.12.Ma trận pixel . | 27 | H3.9.Khỏi tạo cửa sổ hiển thị ảnh sau phân vùng. |
| 14 | H2.13. Mảng (r,g,b) | 28 | H3.10. Cửa sổ hiển thị ảnh sau phân vùng . |

# **DANH MỤC TỪ TIẾNG ANH**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **STT** | **Từ tiếng Anh** | **Dịch nghĩa** |
| 1 | Scanner | Máy quét ảnh |
| 2 | Sensor | Cảm biến |
| 3 | Frameworks | Các thư viện lập trình đã được đóng gói |
| 4 | Centroid | Điểm trung tâm của cụm dữ liệu |
| 5 | Cluster | Cụm dữ liệu |
| 6 | Iteration | Lặp lại |
| 7 | Pixel | Điểm ảnh |

# **DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **STT** | **Từ viết tắt** | **Ý nghĩa** |
| 3 | CNNs | Convolutional Neural Networks |
| 4 | RNNs | Recurrent Neural Networks |
| 5 | ANN | Artificial Neutral Network |
| 6 | RGB | Red,Green,Blue |
| 7 | OpenCV | Open Source Computer Vision Library |
| 8 | GUI | Graphical User Interface |
| 9 | MRI | Magnetic Resonance Imaging |

# **CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN ĐỀ TÀI .**

## **1.1. Tổng quan về sử lí ảnh .**

"Sử lí ảnh" là một lĩnh vực rộng lớn và đa dạng, liên quan đến xử lý, phân tích và cải thiện hình ảnh số. Dưới đây là một tổng quan về sử lý ảnh:

1. Định nghĩa Sử lý ảnh:

- Sử lý ảnh số (Digital Image Processing): Là một lĩnh vực của xử lý tín hiệu số liên quan đến xử lý và phân tích hình ảnh thông qua thuật toán máy tính.

2. Mục tiêu của Sử lý ảnh:

- Cải thiện chất lượng hình ảnh: Loại bỏ nhiễu, tăng cường độ tương phản, và điều chỉnh màu sắc để cải thiện hiển thị hình ảnh.

- Phân tích hình ảnh: Nhận dạng đối tượng, phân loại, đo lường và trích xuất thông tin từ hình ảnh.

- Nén ảnh: Giảm dung lượng của tập tin hình ảnh để lưu trữ và truyền tải hiệu quả hơn.

- Phục hồi ảnh: Khôi phục thông tin bị mất hoặc biến dạng trong quá trình chụp hình.

3. Phương pháp Sử lý ảnh:

- Xử lý không gian: Bao gồm các phép toán như làm mờ, làm nổi bật, thay đổi kích thước.

- Xử lý tần số: Sử dụng biến đổi Fourier để làm việc trong miền tần số, thích hợp cho các ứng dụng như lọc tần số cao hoặc thấp.

- Xử lý màu sắc: Điều chỉnh các thành phần màu để tạo ra hiệu ứng khác nhau hoặc để cải thiện chất lượng hình ảnh.

4. Ứng dụng của Sử lý ảnh:

- Y tế: Điều trị hình ảnh y tế, nhận diện bệnh lý từ hình ảnh y khoa.

- Quảng cáo: Chỉnh sửa và tối ưu hóa hình ảnh để sử dụng trong quảng cáo.

- Tự động hóa: Nhận dạng đối tượng trong ảnh để thực hiện các nhiệm vụ tự động.

5. Công nghệ liên quan:

- Trí tuệ nhân tạo (AI) và Học sâu (Deep Learning): Được tích hợp để cải thiện khả năng nhận diện và phân loại hình ảnh.

- Xử lý đồng thời (Parallel Processing): Sử dụng nhiều nguồn lực tính toán để tăng tốc quá trình sử lý ảnh.

## **1.2. Tổng quan về phân vùng ảnh .**

**Giới thiệu bài toán .**

Bài toán phân vùng ảnh dựa trên thuật toán K-means là một trong những ứng dụng quan trọng của thuật toán K-means trong lĩnh vực xử lý ảnh. Nó có tác dụng chia một hình ảnh thành các khu vực khác nhau dựa trên sự tương đồng màu sắc. Dưới đây là một số tác dụng quan trọng của việc sử dụng thuật toán K-means để phân vùng ảnh:

**Nâng cao hiệu suất phân tích ảnh:** Phân vùng ảnh giúp giảm sự phức tạp của bài toán xử lý ảnh bằng cách chia ảnh thành các vùng con nhỏ hơn, từ đó làm cho việc phân tích và xử lý trở nên dễ dàng hơn.

**Tách biệt các đối tượng:** Khi bạn muốn tách biệt các đối tượng hoặc vùng địa phương khác nhau trong ảnh, K-means có thể giúp bạn tạo ra các mask (mặt nạ) cho từng đối tượng hoặc vùng riêng biệt.

**Nâng cao chất lượng hình ảnh**: Bằng cách phân vùng ảnh và áp dụng xử lý riêng cho từng vùng, bạn có thể cải thiện chất lượng hình ảnh, chẳng hạn như tăng độ tương phản hoặc cân bằng màu sắc.

**Phân tích dữ liệu**: Phân vùng ảnh có thể giúp bạn trích xuất thông tin từ ảnh. Ví dụ, trong ứng dụng nhận dạng khuôn mặt, bạn có thể phân vùng ảnh để xác định vùng khuôn mặt trong ảnh.

**Trích xuất đặc trưng**: Khi bạn muốn trích xuất các đặc trưng từ ảnh để sử dụng trong các nhiệm vụ khác nhau như phân loại hoặc nhận dạng, K-means có thể giúp bạn tạo ra các vùng đặc trưng.

**Nén dữ liệu**: K-means cũng có thể được sử dụng để nén dữ liệu ảnh bằng cách ánh xạ các pixel của ảnh gốc vào các cụm màu sắc, từ đó giảm kích thước dữ liệu ảnh.

**Xử lý ảnh y tế**: Trong lĩnh vực y tế, phân vùng ảnh có thể giúp xác định và tách biệt các vùng bất thường trong hình ảnh y tế, chẳng hạn như phát hiện khối u hoặc bất thường trong hình ảnh MRI.

Thu nhận ảnh (Scanner, Camera,Sensor)

Hệ quyết định

Đối sách rút ra kết luận

Hậu xử lý

Trích chọn đặc điểm

Tiền xử lý

Lưu trữ

H1.1. Sơ đồ các bước thực hiện phân vùng .

## **1.3. Các công nghệ được sử dụng** .

### **1.3.1. Ngôn ngữ lập trình python .**

Python là một ngôn ngữ lập trình thông dịch và đa năng được tạo ra vào những năm 1990 bởi Guido van Rossum . Là một ngôn ngữ lập trình mạnh mẽ và linh hoạt, có khả năng phục vụ nhiều mục tiêu và lĩnh vực khác nhau . Nó đã trở thành một trong những công cụ quan trọng nhất trong lĩnh vực khoa học máy tính, phát triển web, xử lý dữ liệu, và trí tuệ nhân tạo .

Python có một loạt các thư viện và frameworks mạnh mẽ giúp tạo ra các ứng dụng và dự án phức tạp như: NumPy, pandas, TensorFlow, Django, Flask …

Python nổi tiếng với cú pháp đơn giản và dễ đọc, làm cho nó trở thành một trong những ngôn ngữ lập trình phổ biến nhất trên thế giới.

### **1.3.2. Những thư viện được sử dụng .**

* + - 1. Matplotlib.pyplot : được sử dụng tạo các biểu đồ và đồ thị dữ liệu.
      2. Numpy : là 1 thứ viện đc sử dụng cho các phép toán số học trong python , thường được sử dụng xử lý mảng hoặc ma trận.
      3. Tkinter : là thư viện tiêu chuẩn cho giao diện người dung đồ họa (Graphical User Interface-GUI ) trong python, và nó được sử dụng để tạo ứng dụng desktop với giao diện đồ họa .
      4. OpenCV (Open Source Computer Vision Library) là một thư viện mã nguồn mở phát triển cho xử lý ảnh và thị giác máy tính. OpenCV hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình, bao gồm Python. Nó cung cấp nhiều công cụ và tính năng cho việc xử lý và phân tích ảnh, thị giác máy tính và nhận dạng đối tượng.

### **1.3.3. Phần mềm Sublimetext.**

Sublime Text 3 cung cấp chức năng năng soạn thảo và biên tập mã nguồn với thư viện plugin vô cùng phong phú, đây là [công cụ soạn thảo](https://taimienphi.vn/ca-cong-cu-soan-thao-43) hiện đang được đông đảo những nhã phát triển web, lập trình viên sử dụng và yêu thích, gồm cả những người vừa mới bước chân vào nghề lập trình. Bên cạnh đó [Sublime Text 3](https://taimienphi.vn/download-sublime-text-3-25278) làm việc với đầy đủ ngôn ngữ lập trình phổ biến nhất hiện nay.

Các tính năng chính của Sublime Text 3:  
- Trình soạn thảo code chuyên nghiệp.  
- Đánh dấu mã, văn xuôi.  
- Giao diện hiển thị rõ ràng.  
- Kho plugin tuyệt vời.  
- Hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình.

# **CHƯƠNG 2. THUẬT TOÁN K-MEANS VÀ ỨNG DỤNG TRONG PHÂN VÙNG ẢNH .**

## **2.1. Tổng quan về thuật toán.**

### **2.1.1. Thuật toán k-Means .**

Bài toán phân cụm trừu tượng có nhiệm vụ chia một tập đối tượng (còn gọi là thành viên) thành các nhóm khác nhau (gọi là cụm) dựa trên đặc điểm của đối tượng. Các thành viên của một nhóm sẽ có nhiều điểm tương đồng hơn so với các thành viên trong nhóm khác. Một phương pháp phân cụm truyền thống được gọi là thuật toán K-Means . Nó đặc biệt được sử dụng nhiều trong khai phá dữ liệu và thống kê. Nó phân vùng dữ liệu thành k cụm khác nhau. Giải thuật này giúp chúng ta xác định được dữ liệu của chúng ta nó thực sử thuộc về nhóm nào.

Ý tưởng của thuật toán phân cụm k-means là phân chia 1 bộ dữ liệu thành các cụm khác nhau. Trong đó số lượng cụm được cho trước là k. Công việc phân cụm được xác lập dựa trên nguyên lý: Các điểm dữ liệu trong cùng 1 cụm thì phải có cùng 1 số tính chất nhất định. Tức là giữa các điểm trong cùng 1 cụm phải có sự liên quan lẫn nhau. Đối với máy tính thì các điểm trong 1 cụm đó sẽ là các điểm dữ liệu gần nhau.

VD : Trong mô hình kinh doanh, doanh nghiệp sẽ chia nhỏ tệp khách hàng ra thành những nhóm đối tượng khác nhau để có thể áp dụng những chiến lược kinh doanh cụ thể cho từng nhóm đối tượng. Giúp cho khách hàng được tiếp cận với các sản phẩm thật sự phù hợp với họ. Kéo doanh số của chúng ta tăng lên. Vấn đề đặt ra là làm sao có thể chia nhỏ tệp khách hàng đó ra khi mà số lượng hóa đơn là rất lớn và chúng ta không thể ngồi để phân tích từng vị khách.

Và mục tiêu của các thuật toán phân cụm là từ tập dữ liệu khổng lồ đó. Làm sao chúng ta biết có những nhóm dữ liệu đặc trưng nào trong đó? Từng dữ liệu trong đó thuộc vào nhóm nào? Đó là cái mà thuật toán phân cụm của chúng ta cần đi tìm câu trả lời.

A white background with black dots

Description automatically generated

H2.1.Dữ liệu đầu vào chưa có nhãn

Các vấn đề về phân cụm phát sinh trong nhiều ứng dụng khác nhau: khai thác dữ liệu và khám phá kiến ​​thức bằng máy học, nén dữ liệu và lượng tử hóa vectơ, nhận dạng mẫu và phân loại mẫu. Mục tiêu của Thuật toán K-Means là phân tách chính xác các đối tượng trong tập dữ liệu thành các nhóm dựa trên thuộc tính của đối tượng.

Ví dụ: đồ vật có thể là ngôi nhà và các đặc tính của chúng là kích thước, số tầng, vị trí, mức tiêu thụ điện năng mỗi năm. v.v ...

Mục đích là phân loại tập dữ liệu ngôi nhà thành các nhóm sang trọng, trung bình, nghèo. Trong trường hợp đó, tất cả các thuộc tính của ngôi nhà phải được xử lý chuyển thành số để tạo ra vectơ, quá trình này được gọi là vector hóa.

A screenshot of a graph

Description automatically generated

H2.2.Dữ liệu đã được phân cụm có nhãn (2 cụm).

### **2.1.2. Ý tưởng của K-Means.**

1. Chuyền vào bộ dữ liệu cần phân cụm.
2. Khởi tạo K điểm dữ liệu trong bộ dữ liệu, tạm thời coi nó là tâm của các cụm dữ liệu .
3. Với mỗi điểm dữ liệu, tâm cụm của nó sẽ được xác định là 1 trong K tâm cụm gần nó nhất .
4. Sau khi tất cả các điểm đã có tâm, tính toán lại vị trí của tâm. ( Nhằm đảm bảo tâm của cụm nằm ở chính giữa cụm) .
5. Lặp đi lặp lại B2 và B3 cho tới khi vị trí của tâm cụm ko đổi. ( Tâm của tất cả các điểm dữ liệu ko đổi) .

### **2.1.3. Cách vận hành .**

#### **2.1.3.1****. Các bước vận hành .**

Biểu diễn dữ liệu D = { x1,x2,…xr} , với xi là vector n chiều trong không gian Euclidean . Kmeans phân cụm D thành k cụm dữ liệu :

Mỗi cụm giữ liệu có 1 điểm trung tâm gọi là centroid .

K là 1 hằng số cho trước .

Đầu vào: Cho tập dữ liệu D , với K là số cụm , phép đo khoảng cách giữa 2 điểm dữ liệu là d(x,y) .

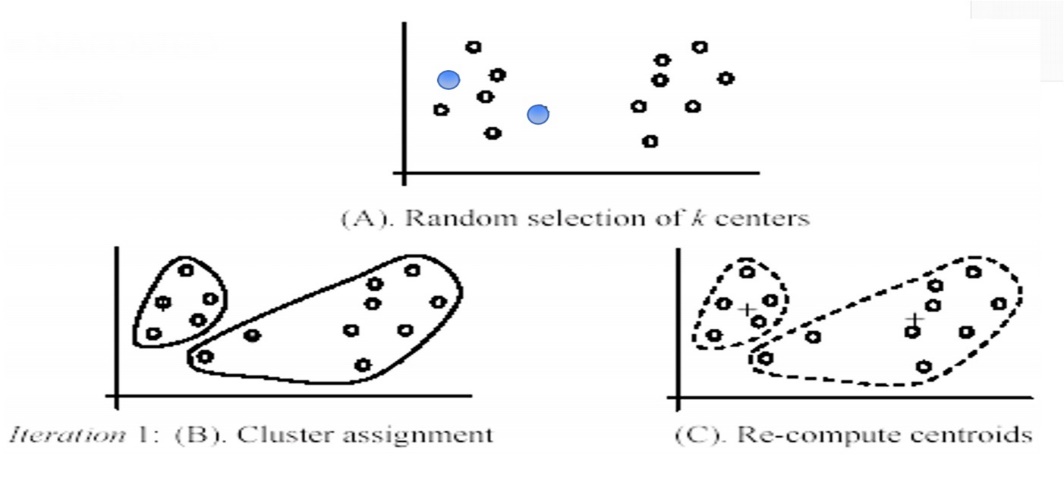
Khởi tạo : Khởi tạo K điểm dữ liệu trong D làm các điểm trung tâm (centroid)

Lặp lại các bước sau tới khi hội tụ :

1. Với mỗi điểm dữ liệu , gán điểm dữ liệu đó vào cluster có khoảng cách đến điểm trung tâm của cluster là nhỏ nhất
2. Với mỗi cluster , xác định lại điểm trung tâm của tất cả các điểm dữ liệu được gán vào cluster đó .

Kết thúc : dữ liệu được phân chia thành K cụm .

Hình ảnh các bước :

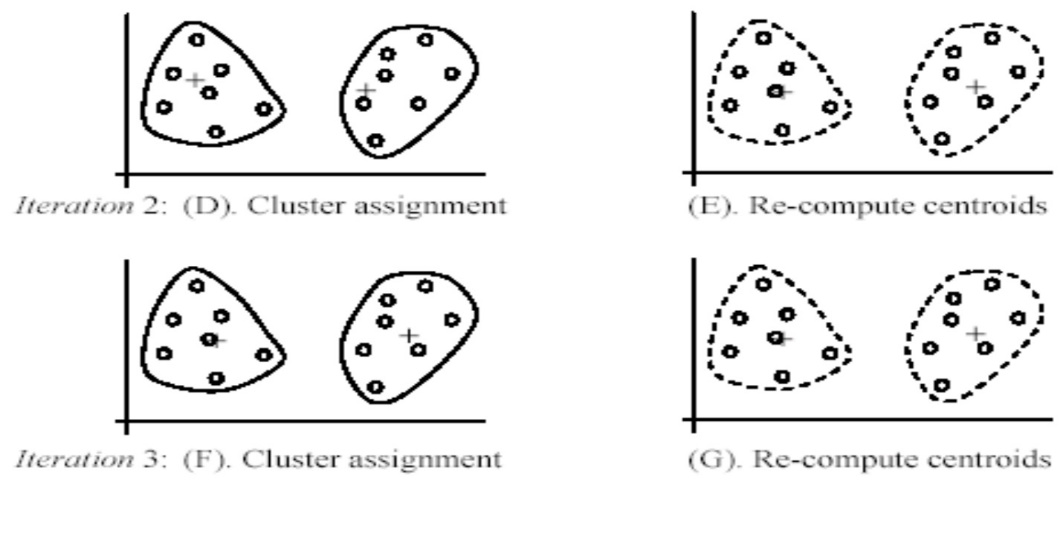


H2.3.Khởi tạo dữ liệu và centroids .

Tại bước này thuật toán sẽ khởi tạo **k** điểm dữ liệu trung tâm ban đầu mà bạn muốn tạo , sau đó qua iteration 1 để thực hiện :

Bước 1: gán các điểm dữ liệu vào cluster . Cho mỗi điểm dữ liệu trong tập dữ liệu, thuật toán tính khoảng cách từ điểm này đến tất cả các điểm trung tâm của clusters. Nó sau đó gán điểm dữ liệu này vào cluster có điểm trung tâm gần nhất.

Bước 2: Xác định lại điểm trung tâm. Sau khi tất cả các điểm dữ liệu đã được gán vào các clusters, thuật toán tính lại các điểm trung tâm của các clusters bằng cách lấy trung bình của tất cả các điểm dữ liệu trong mỗi cluster.



H2.4.Lặp lại đến khi hội tụ .

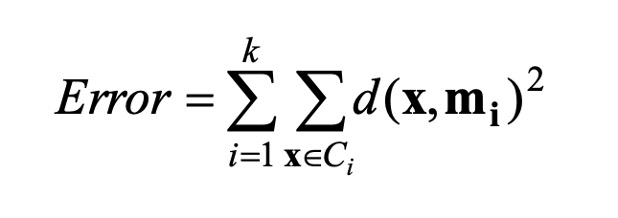
Các vòng lặp iteration 2 và iteration 3 tiếp tục thực hiện như vậy đến khi nào thuật toán hội tụ thì dừng lại.

Khi thuật toán kết thúc, bạn sẽ có k clusters, mỗi cluster chứa các điểm dữ liệu có sự tương đồng với nhau. Các điểm trung tâm của các clusters cuối cùng đại diện cho các điểm "trung tâm" của từng nhóm.

#### **2.1.3.2. Điều kiện hội tụ (điểm dừng thuật toán ).**

Ta sẽ xác định điều kiện dừng thuật toán theo một số cách như sau:

* Tại 1 vòng lặp: có ít các điểm dữ liệu được gán sang cluster khác .
* Điểm trung tâm (centroid) không thay đổi nhiều .
* Giá trị hàm mất mát không thay đổi nhiều:

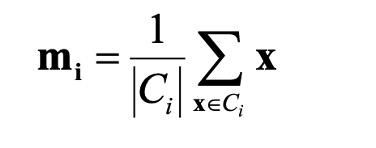


H2.5.Công thức tính giá trị hàm mất mát .

Trong đó Ci là cluster thứ i,mi là điểm trung tâm của cluster Ci tương ứng.

#### **2.1.3.3. Xác định điểm trung tâm của cluster .**

Sử dụng công thức như sau:

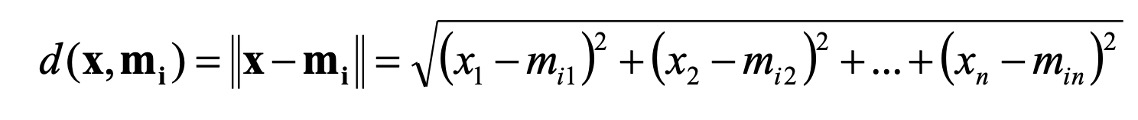


H2.6.Công thức tính điểm trung tâm .

Trong đó Ci là cluster thứ i,mi là điểm trung tâm của cluster Ci tương ứng.

#### **2.1.3.4. Phép đo khoảng cách .**

Trong K-means để đánh giá mức độ giống nhau hay khoảng cách giữa 2 điểm dữ liệu ta có thể sử dụng các phép đo khoảng cách khác nhau. Ngoài khoảng cách Euclidean, tuỳ thuộc vào từng bài toán có thể sử dụng phương pháp đo khác (cosine, manhattan…)



H2.7.Công thức tính khoảng cách .

Chúng ta có thể đảm bảo rằng thuật toán sẽ dừng lại sau một số hữu hạn vòng lặp. Vì hàm mất mát là một số dương và sau mỗi bước , giá trị của hàm mất mát bị giảm đi. Theo kiến thức về dãy số trong chương trình cấp 3: nếu một dãy số giảm và bị chặn dưới thì nó hội tụ! Hơn nữa, số lượng cách phân nhóm cho toàn bộ dữ liệu là hữu hạn nên đến một lúc nào đó, hàm mất mát sẽ không thể thay đổi, và chúng ta có thể dừng thuật toán tại đây.

### **2.1.4. Các lưu ý khi áp dụng thuật toán Kmeans.**

**Lựa chọn số lượng cụm :**

* Chỉ riêng việc lựa chọn số cụm K đã có thể tách thành 1 bài toán riêng. Không có 1 con số K nào hợp lý cho tất cả các bài toán.
* Hãy thử với từng giá trị K=1,2,3,4,5,… để xem kết quả phân cụm.

**Khởi tạo “k” vị trí ban đầu :**

* Cố gắng khởi tạo K tâm cụm  phân bố đồng đều trên ko gian của bộ dữ liệu khi bạn có thể xác định được ko gian và tính chất của dữ liệu.
* Các tâm cụm mà bạn khởi tạo cũng đừng quá gần nhau, cũng đừng trùng nhau.
* Nên chạy thuật toán nhiều lần để lấy kết quả tốt nhất, điều kiện là khởi tạo tâm của K cụm ngẫu nhiên.

**Tính dừng ( hội tụ) :**

Trường hợp dữ liệu phức tạp :

* Thuật toán sẽ rất lâu.
* Không bao giờ hội tụ (ko xác định được tâm cụm cố định để kết thúc bài toán).
* Phải chạy qua rất nhiều bước lặp.
* Ta sẽ dừng bài toán khi sự thay đổi ở 1 con số có thể được chấp nhận ( Giữa hai lần cập nhật tâm cụm, chênh lệch vị trí giữa tâm cũ và mới nhỏ hơn 1 số cho phép )

## **2.2. Ứng dụng thuật toán K-Means trong xử lý ảnh.**

### **2.2.1.** **Hệ màu RGB và Cấu trúc ảnh màu**

#### **2.2.1.1. Hệ màu RGB .**

RGB viết tắt của red (đỏ), green (xanh lục), blue (xanh lam), là ba màu chính của ánh sáng khi tách ra từ lăng kính. Khi trộn ba màu trên theo tỉ lệ nhất định có thể tạo thành các màu khác nhau.

A multicolored circles with a white center

Description automatically generated

H2.8.Hệ màu RGB .

Ví dụ khi bạn chọn màu ở [đây](https://www.w3schools.com/colors/colors_picker.asp). Khi bạn chọn một màu thì sẽ ra một bộ ba số tương ứng (r,g,b) :

A screenshot of a computer

Description automatically generated

H2.9.Minh họa giá trị (r,g,b)

màu được chọn là rgb(102, 255, 153), nghĩa là r=102, g=255, b=153.

Với mỗi bộ 3 số r, g, b nguyên trong khoảng [0, 255] sẽ cho ra một màu khác nhau => tổng số màu có thể tạo ra bằng hệ màu RGB là: 256 \* 256 \* 256 = 16777216 màu .

#### **2.2.1.2. Cấu trúc Ảnh màu :**

Ví dụ về ảnh màu :

A person on a bridge over a river

Description automatically generated

H2.10.Ảnh màu .

Khi kích chuột phải vào ảnh trong máy tính, chọn properties (mục cuối cùng), rồi chọn tab detail.

A screenshot of a computer

Description automatically generated

H2.11.Cấu tạo ảnh màu.

Bạn sẽ thấy chiều dài ảnh là 800 pixels (viết tắt px), chiều rộng 600 pixels, kích thước là 800 \* 600. Vậy pixel là gì ?

Theo [wiki](https://vi.wikipedia.org/wiki/Pixel), pixel (hay điểm ảnh) là một khối màu rất nhỏ và là đơn vị cơ bản nhất để tạo nên một bức ảnh kỹ thuật số.Vậy bức ảnh trên kích thước 800 pixel \* 600 pixel, có thể biểu diễn dưới dạng một [ma trận](https://nttuan8.com/bai-1-linear-regression-va-gradient-descent/#Ma_tran) kích thước 600 \* 800 .

A close-up of a number

Description automatically generated

H2.12.Ma trận pixel .

Trong đó mỗi phần tử wij​ là một pixel.

Như vậy có thể hiểu là mỗi pixel thì biểu diễn một màu và bức ảnh trên là sự kết hợp rất nhiều pixel. Hiểu đơn giản thì in bức ảnh ra, kẻ ô vuông như chơi cờ ca rô với 800 đường thẳng ở chiều dài, 600 đường ở chiều rộng, thì mỗi ô vuông là một pixel, biểu diễn một chấm màu.

Tuy nhiên để biểu diễn 1 màu ta cần 3 thông số (r,g,b) nên gọi wij​=(rij​,gij​,bij​) để biểu diễn dưới dạng ma trận thì sẽ như sau:

A number with numbers on it

Description automatically generated with medium confidence

H2.13. Mảng (r,g,b)

Ảnh màu kích thước 3\*3 biểu diễn dạng ma trận, mỗi pixel biểu diễn giá trị (r,g,b).

**Tóm tắt:** Ảnh màu là một ma trận các pixel mà mỗi pixel biểu diễn một điểm màu. Mỗi điểm màu được biểu diễn bằng bộ 3 số (r,g,b). Vậy ta có thể chuyển ảnh màu thành 1 ma trận có kích thước bằng số pixel xếp cạnh nhau tạo thành , và mỗi phần tử của ma trận có 3 giá trị (r,g,b) .

### **2.2.2. Ứng dụng thuật toán K-Means .**

Thuật toán sẽ sử dụng tính chất của ảnh là được tạo bởi các pixel như đã nói ở trên để phân vùng bức ảnh thành các vùng màu có giá trị tương đồng nhau dựa vào giá trị (r,g,b) hay có thể coi là 1 vecto trong không gian 3 chiều .

Các bước chạy thuật toán Kmeans để phân vùng ảnh :

**Bước 1.** Chuẩn bị hình ảnh dữ liệu :

Thu thập hoặc chọn một hình ảnh dữ liệu muốn phân vùng bằng K-mean.

**Bước 2**. Xử lý hình ảnh tiền lệ:

Trước khi áp dụng thuật toán K-Means, bạn cần biểu thị hình ảnh dưới dạng dữ liệu trong không gian nhiều chiều. Điều này thường bao gồm:

* Biểu diễn hình ảnh dưới dạng vector cụ thể, ví dụ: màu sắc RGB.
* Chuyển đổi hình ảnh thành một mảng dữ liệu trong đó mỗi hàng là một pixel và các cột biểu thị các đặc trưng của pixel (ví dụ: giá trị R, G, B).

A tree in a field

Description automatically generated

H2.14.Ảnh gốc .

A white rectangular object with black numbers

Description automatically generated with medium confidence

H2.15.Mảng giá trị RGB của ảnh sau khi chuyển đổi.

**Bước 3.** Áp dụng K-means :

Sử dụng K-means thuật toán để phân tích các vectơ đặc trưng của hình ảnh. Thuật toán Kmeans sẽ duyệt qua từng vecto để có thể phân chia dữ liệu tành từng cụm có giá trị tương đương nhau .

Cần xác định số lượng cụm (K) để phân chia dữ liệu đúng với yêu cầu mong muốn.

A white paper with numbers and symbols

Description automatically generated with medium confidence

H2.16.Các cụm dữ liệu đã được phân chia (5 cụm)

**Bước 4.** Gán nhãn cho các cụm :

Sau khi áp dụng K-mean, mỗi pixel sẽ thuộc về một cụm cụ thể. Có thể gán nhãn cho các cụm này để biết các hình ảnh giống nhau.

**Bước 5.** Hiển thị kết quả :

Hiển thị các hình ảnh trong cùng một cụm để tìm thấy những hình ảnh có đặc điểm tương thích. Điều này có thể giúp hiểu rõ hơn về cấu hình.

A tree with green leaves

Description automatically generated

H2.17. Ảnh gốc và ảnh sau phân vùng .

# **CHƯƠNG 3. SẢN PHẨM NGHIÊN CỨU.**

## **3.1. Tổng quan**

### **3.1.1. Tên sản phẩm.**

Ứng dụng phân vùng ảnh dựa trên thuật toán K-Means

### **3.1.2. Mục tiêu chính.**

Phân đoạn hình ảnh thành các khu vực hoặc đối tượng khác nhau dựa trên các đặc trưng, chẳng hạn như màu sắc, độ sáng, hoặc các đặc trưng hình ảnh khác.

Hiển thị hình ảnh sau khi phân đoạn để người dùng có thể hiểu rõ cấu trúc của hình ảnh.

A person with a blurry image

Description automatically generated with medium confidence

H3.1. Ảnh gốc và ảnh sau phân vùng (2 cụm).

### **3.1.3. Các chức năng .**

Đầu vào hình ảnh: Cho phép người dùng tải lên hình ảnh từ nhiều nguồn khác nhau hoặc sử dụng hình ảnh có sẵn trong thư viện.

Phân đoạn bằng K-Means: Áp dụng thuật toán K-Means để phân chia hình ảnh thành các cụm dựa trên các đặc trưng đã chọn.

Tùy chỉnh số lượng cụm: Cho phép người dùng tùy chỉnh số lượng cụm (K) dựa trên nhu cầu phân đoạn cụ thể.

Hiển thị kết quả: Hiển thị hình ảnh sau khi phân đoạn để người dùng có thể thấy kết quả phân chia và cấu trúc của hình ảnh.

Lưu hình ảnh phân đoạn: Cho phép người dùng lưu lại hình ảnh sau khi phân đoạn.

## **3.2. Sản phẩm nghiên cứu .**

### **3.2.1. Cài đặt và sử dụng các thư viện .**

A math equations and numbers

Description automatically generated with medium confidence

H3.2.Thư viện sử dụng .

Để cài đặt các thư viện ta mở terminal và chạy lệnh sau:

**pip install -r requirements\_libraries.txt**

Với **requirements\_libraries.txt** là tên file chứa tên thư viện và vesion thư viện được sử dụng trong chương trình .

Sử dụng thư viện :

A black text on a white background

Description automatically generated

H3.3.Import các thư viện để sử dụng .

NumPy (import numpy as np): sử dụng để thực hiện các phép toán số học trên mảng hình ảnh và tính toán khoảng cách giữa các điểm dữ liệu.

OpenCV (import cv2) :sử dụng để đọc hình ảnh từ tệp , chuyển đổi màu và hiển thị hình ảnh đã phân đoạn.

Matplotlib (import matplotlib.pyplot as plt):sử dụng để hiển thị hình ảnh gốc và hình ảnh đã phân đoạn . tạo biểu đồ và hình ảnh để trình bày kết quả của phân đoạn.

tkinter (from tkinter import Tk, filedialog, Label, Button, Entry):sử dụng để tạo một giao diện đơn giản cho phép người dùng mở hình ảnh và cập nhật số lượng cụm trước khi phân đoạn.

### **3.2.2. Khởi tạo thuật toán .**

A screenshot of a computer code

Description automatically generated

H3.4.Khởi tạo thuật toán .

Đầu vào cho hàm này là một ảnh (biểu đồ màu), số lượng cụm (num\_clusters) muốn chia ảnh thành và một giới hạn số lần lặp (max\_iterations) cho thuật toán K-means.

Ảnh ban đầu được chuyển thành một mảng NumPy với hình dạng (h, w, 3), trong đó h là chiều cao, w là chiều rộng và 3 là số kênh màu (R, G, B).

Sau đó tạo ngẫu nhiên num\_clusters centroids từ các pixel trong ảnh. Centroids này sẽ đại diện cho các cụm ban đầu.

Tiếp theo bắt đầu một vòng lặp, giới hạn bởi max\_iterations, để thực hiện thuật toán K-means. Trong mỗi lần lặp, các bước sau được thực hiện:

1. Tính toán khoảng cách giữa mỗi pixel và centroids. Điều này tạo ra một mảng distances có hình dạng (số pixel, số cụm) chứa khoảng cách từ mỗi pixel đến từng centroids.
2. Dựa trên khoảng cách này gán mỗi pixel vào cụm (cluster) có centroids gần nhất. labels chứa thông tin về cụm mà mỗi pixel thuộc về.
3. Sau đó cập nhật centroids bằng cách tính trung bình của các pixel trong cùng một cluster. Điều này dẫn đến việc tính toán new\_centroids.
4. Kiểm tra điều kiện dừng: nếu centroids mới và centroids cũ là giống nhau, kết thúc vòng lặp.

Cuối cùng, sau khi vòng lặp hoàn thành, tạo ảnh kết quả với màu từ centroids. Bằng cách sử dụng thông tin về cụm từ labels, sử dụng centroids để xác định màu cho từng pixel trong ảnh.

Kết quả là một ảnh đã được phân vùng với số lượng cụm mong muốn.

A close-up of a computer code

Description automatically generated

H3.5.Hàm cập nhậm số cụm .

Hàm để tùy chỉnh số lượng clusters và cập nhập số lượng sau khi điều chỉnh .

### **3.2.3. Giao diện chương trình .**

A screenshot of a computer

Description automatically generated

H3.6.Cửa sổ chọn ảnh và chỉnh sửa số cụm.

Giao diện ban đầu này cho phép người dùng chọn ảnh từ bộ nhớ , điều chỉnh số lượng clusters theo nhu cầu và chạy chương trình .

Lưu ảnh sau khi chương trình đã hoàn thành phân vùng ảnh .

A screenshot of a person's face

Description automatically generated

H3.7. Cửa sổ hiển thị ảnh sau phân vùng(2 cụm) .

Giao diện sau khi chương trình hoàn thành phân vùng cho phép người dùng xem ảnh gốc và ảnh sau khi phân vùng từ đó rút ra nhận xét về số lượng clusters từ đó đưa ra phương án cải thiện (tăng hoặc giảm số lượng cụm).

### **3.2.4. Tạo giao diện**

A screenshot of a computer code

Description automatically generated

H3.8 . Khởi tạo giao diện ban đầu .

Tạo một cửa sổ giao diện người dùng sử dụng thư viện tkinter với tiêu đề "Phân đoạn ảnh bằng K-Means"

Tạo một nút có tiêu đề "Mở và Phân đoạn ảnh". Khi nút này được nhấn, nó sẽ gọi hàm open\_image\_and\_segment để mở và phân đoạn hình ảnh.

Tạo một nhãn (label) và một ô nhập (entry) để cho phép người dùng nhập số lượng cụm mà họ muốn sử dụng trong thuật toán K-Means. Giá trị mặc định của num\_clusters (trong trường hợp này là 5) được hiển thị trong ô nhập.

Tạo một nút có tiêu đề "Cập nhật và Phân đoạn". Khi nút này được nhấn, nó gọi hàm update\_num\_clusters\_and\_segment để cập nhật số lượng cụm và sau đó phân đoạn hình ảnh lại với số lượng cụm mới.

A screen shot of a computer code

Description automatically generated

H3.9. Mở cửa sổ chọn ảnh và đọc ảnh .

Mở một hộp thoại chọn tệp để cho phép người dùng chọn một hình ảnh từ máy tính người dùng có thể chọn các tệp ảnh có định dạng .jpg, .png, và .jpeg.

cv2.imread(file\_path): sử dụng thư viện OpenCV để đọc hình ảnh từ đường dẫn tệp file\_path vào biến image. Hình ảnh được đọc dưới dạng một mảng NumPy.

cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR\_BGR2RGB): Sau khi đọc hình ảnh chuyển đổi không gian màu từ BGR (màu sắc mặc định của OpenCV) sang RGB (màu sắc chuẩn trong Python).

kmeans\_segmentation: phân đoạn hình ảnh image bằng thuật toán K-Means. Kết quả phân đoạn là segmented\_image.

\*A screen shot of a computer code

Description automatically generated

H3.10.Khỏi tạo cửa sổ hiển thị ảnh sau phân vùng.

Sử dụng thư viện Matplotlib tạo một cửa sổ để chứa hình ảnh gốc và hình ảnh đã phân đoạn .Cửa sổ này cho phép người dùng xem và so sánh hai hình ảnh.

### **3.2.5. Các bước chạy chương trình.**

Sau khi chạy chương trình cửa sổ chọn ảnh và điều chỉnh số lượng cụm sẽ xuất hiện :

A screenshot of a computer

Description automatically generated

H3.11.Cửa sổ chọn ảnh , điều chỉnh cụm.

Số cụm mặc định sẽ là 5 , người dùng có thể điều chỉnh hoặc chọn ảnh và phân vùng ảnh .

A screenshot of a computer

Description automatically generated

H3.12.Cửa sổ chọn ảnh từ bộ nhớ.

Ở đây chúng ta đang chọn bức ảnh có tên a.jpg . Sau khi chọn ảnh chương trình sẽ bắt đầu chạy .Sau khi chương trình chạy xong cửa sổ hiển thị ảnh sau phân vùng sẽ xuất hiện .

A tree with green leaves

Description automatically generated

H3.13.Hiển thị ảnh sau phân vùng .

Người dùng có thể xem xét và so sánh 2 bức ảnh trước và sau phân vùng , từ đó rút ra kết luận .Sau khi phân vùng người dùng có thể chọn lưu ảnh hoặc thay đổi số lượng cụm và tiếp tục chương trình .

# **KẾT LUẬN**

Trong báo cáo nghiên cứu này, chúng em đã trình bày quá trình nghiên cứu về thuật toán K-Means và xây dựng một ứng dụng phân vùng ảnh sử dụng thuật toán này . Thuật toán K-Means đã được sử dụng để phân chia hình ảnh thành các vùng có màu sắc tương tự, tạo ra một biểu đồ trực quan về nội dung của hình ảnh. Dưới đây là những điểm chính mà chúng em đã rút ra từ quá trình nghiên cứu và xây dưng ứng dụng này:

**Về thuật toán K-Means :**

Ưu điểm :

- Là một thuật toán đơn giản , dễ thực hiện và triển khai nhưng có tính ứng dụng cao trong nhiều lĩnh vực nhất là phân cụm dữ liệu .

- Hiệu suất tốt trên dữ liệu lớn: K-Means có hiệu suất tốt trên dữ liệu lớn. Thuật toán này hoạt động tốt khi có hàng ngàn hoặc thậm chí hàng triệu điểm dữ liệu.

- Thích hợp cho số lượng cụm xác định trước .

- Tích hợp trong nhiều thư viện và công cụ: Thuật toán K-Means có sẵn trong nhiều thư viện và công cụ phân tích dữ liệu phổ biến như scikit-learn, MATLAB, và Weka.

- Thuật toán K-Means đã được chứng minh là một công cụ mạnh mẽ để phân vùng ảnh. Điều này được thể hiện qua khả năng của nó trong tạo ra các cụm màu sắc có mặt tích cực trong việc trích xuất thông tin từ hình ảnh và tạo ra biểu đồ màu.

Nhược điểm :

- Khởi tạo trung tâm cụm : K-Means dựa vào việc chọn ngẫu nhiên các trung tâm cụm ban đầu. Khởi tạo không tốt có thể dẫn đến kết quả khác nhau trong các lần chạy khác nhau. Cần sử dụng phương pháp khởi tạo tốt hoặc chạy thuật toán nhiều lần để đảm bảo kết quả ổn định.

- Cần xác định trước số lượng cụm (K): Lựa chọn sai K có thể dẫn đến kết quả không hợp lý dẫn đến hao tổn dung lượng và mất thời gian khởi tạo thuật toán .

- Không thích hợp cho dữ liệu có kích thước khác nhau: K-Means giả định rằng các cụm có kích thước gần nhau. Trong trường hợp dữ liệu có các cụm có kích thước khác nhau, thuật toán có thể không hoạt động tốt.

**Về ứng dụng phân vùng ảnh dựa trên thuật toán K-Means :**

Phân vùng ảnh là một phần quan trọng trong xử lý ảnh và phân tích hình ảnh. Nó giúp tạo sự tổng hợp của thông tin và phân chia hình ảnh thành các vùng có tính chất tương tự, giúp trong việc hiểu rõ hơn nội dung của hình ảnh.

Ứng dụng của phân vùng ảnh dựa trên K-Means rất đa dạng . Nó được sử dụng trong thị giác máy tính, xử lý hình ảnh y tế, thiết kế đồ họa, và nhiều lĩnh vực khác. Khả năng giảm kích thước hình ảnh, phân loại đối tượng, và nén hình ảnh là một số trong số những ứng dụng quan trọng.

Ưu điểm :

- Giao diện dễ sử dụng và đáp ứng những nhu cầu cơ bản về ứng dụng như : chọn ảnh muốn phân vùng , thay đổi số lượng cụm , hiển thị ảnh trước và sau phân vùng , lưu ảnh sau phân vùng .

- Ứng dụng đáp ứng được yêu cầu đề ra là phân vùng những màu sắc trong bức ảnh thành các vùng màu có màu sắc tương tự nhau dựa trên giá trị (R;G;B) và số lượng cụm mà người dùng mong muốn .

Nhược điểm :

- Thuật toán còn hạn chế , sử lí chậm đối với bức ảnh có nhiều điểm ảnh và khi tăng số lượng cụm muốn phân vùng .

- Giao diện còn ít chức năng ,không bắt mắt , mới chỉ đáp ứng được một số nhu cầu cơ bản về ứng dụng .

- Cần thử lại với số lượng cụm khác nhau để có thể có kết quả tốt nhất .

Hướng phát triển :

- Cải tiến thuật toán có thể sử lí nhanh hơn nâng cao hiệu quả ứng dụng .

- Mở rộng chức năng ứng dụng , hỗ trợ nhiều ảnh nhiều định dạng , nhiều nền tảng .

- Mở rộng ứng dụng bằng cách tích hợp các phương pháp học máy và mạng nơ-ron để phân vùng ảnh. Các mô hình deep learning có thể cung cấp khả năng phân vùng cao cấp hơn cho các ứng dụng phức tạp.

Trên đây là phần báo cáo của nhóm em về đề tài Nghiên cứu và xây dụng ứng dụng Phân vùng ảnh (dựa trên thuật toán K-Means) . Vì còn hạn chế về kiến thức cũng như thực hành nên vẫn còn thiếu xót trong trong quá trình thực hiện và hoàn thiện các nội dung đề tài . Rất mong nhận được những ý kiến và góp ý của cô để có thể hoàn thiện và phát triển đề tài cũng như nâng cao kiến thức hơn về môn học này .

Chúng em xin chân thành cảm ơn … !

# **TÀI LIỆU THAM KHẢO.**

1. <https://ndquy.github.io/posts/thuat-toan-phan-cum-kmeans/>
2. <https://machinelearningcoban.com/2017/01/01/kmeans/#gioi-thieu-bai-toan>
3. <https://nguyenvanhieu.vn/thuat-toan-phan-cum-k-means/#ftoc-heading-3>
4. <https://product.vinbigdata.org/phan-vung-anh-la-gi-mot-so-ky-thuat-phan-vung-pho-bien/>
5. <https://thepythoncode.com/article/kmeans-for-image-segmentation-opencv-python>
6. <https://www.geeksforgeeks.org/image-segmentation-using-k-means-clustering/>
7. <https://datasciencebasic.com/?p=126>
8. Phân vùng ảnh – Wikipedia.org .